



jc997 U.S. PTO  
09/976788  
10/12/01

#6

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 100 51 017.5

**Anmeldetag:** 14. Oktober 2000

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zum Betreiben einer Überbrückungs-  
kupplung für einen hydrodynamischen Dreh-  
momentwandler und Regelungseinrichtung zur  
Durchführung des Verfahrens

**IPC:** F 16 H 61/48

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 13. September 2001  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

**Der Präsident**

Im Auftrag

Faust

Verfahren zum Betreiben einer Überbrückungskupplung für einen hydrodynamischen Drehmomentwandler und Regelungseinrichtung zur Durchführung des Verfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Überbrückungskupplung für einen hydrodynamischen Drehmomentwandler, bei dem beim Schließen der Überbrückungskupplung der Schlupf des Drehmomentwandlers anhand eines Sollwerts eingestellt wird. Sie bezieht sich weiter auf eine Regelungseinrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs kann ein durch einen Verbrennungsmotor oder durch den Fahrzeugmotor angetriebener hydrodynamischer Drehmomentwandler zum Einsatz kommen, der ausgangsseitig beispielsweise mit einem automatischen Stufengetriebe oder mit einem stufenlosen Umschlingungsgetriebe verbunden sein kann. Der Drehmomentwandler überträgt dabei üblicherweise ein seiner Eingangswelle zugeführtes Drehmoment über eine Kombination aus einer sogenannten Pumpeneinheit und einer sogenannten Turbineneinheit auf eine Ausgangswelle, die ihrerseits als Eingangswelle für das jeweils nachgeschaltete Getriebe dienen kann. Das Getriebe kann seinerseits über seine Ausgangswelle oder Abtriebswelle mit einer Anzahl von Antriebsrädern des Kraftfahrzeugs verbunden sein.

Der Drehmomentwandler kann dabei seinerseits mit einer auch als Wandlerüberbrückungskupplung bezeichneten Überbrückungskupplung versehen sein. Eine derartige Überbrückungskupplung verbindet die Ein- und Ausgangswelle des Wandlers und verringert dabei die Wandlerverluste. Beim Betriebszustand mit auftretenden Lastwechseln ist die Überbrückungskupplung üblicherweise geöffnet, um die Lastwechselstöße zu dämpfen; das Übertragungsverhalten und insbesondere das Drehzahlverhältnis zwischen der Drehzahl der Ausgangswelle und der Drehzahl der Eingangswelle wird somit ausschließlich durch den Drehmomentwandler als solchen bestimmt. Im annähernd gleichförmigen Dauerzustand kann die

Überbrückungskupplung zur Reduzierung der Wandlerverluste hingegen geschlossen sein, so daß Pumpeneinheit und Turbineneinheit des Drehmomentwandlers und somit auch dessen Eingangs- und Ausgangswelle fest miteinander verkoppelt sind und insbesondere die gleiche Drehzahl aufweisen. Die Überbrückungskupplung kann beispielsweise ein erstes, fest mit der Turbineneinheit verbundenes Kupplungselement und ein daran angeordnetes zweites, einstellbares Kupplungselement, beispielsweise einen Stellkolben, aufweisen, der mit der Pumpeneinheit in Kontakt bringbar ist.

Der Schließvorgang einer derartigen Überbrückungskupplung erfolgt zur Vermeidung abrupter Änderung von Fahrparametern und damit verbundener Komforteinbußen für den Fahrer üblicherweise zeitlich über ein Schließintervall ausgedehnt. Über dieses Schließintervall hin wird das zweite Kupplungselement unter kontinuierlicher Verstärkung beispielsweise einer Anpreßkraft oder eines Anpreßdrucks mit der Pumpeneinheit in Kontakt gebracht, so daß sich die Drehzahlen von Eingangs- und Ausgangswelle des Drehmomentwandlers immer mehr einander angleichen und zum Ende des Schließintervalls hin ein immer größerer Drehmomentbeitrag über den Kupplungsschluß übertragen wird. Während des Schließvorgangs kann die Überbrückungskupplung schlupfgeregelt betrieben werden, wobei der durch die Differenz aus der Drehzahl der Eingangswelle oder der Pumpeneinheit und der Drehzahl der Ausgangswelle oder der Turbineneinheit des Wandlers definierte Schlupf überwacht und durch geeignete Vorgabe der Anpreßkraft oder des Anpreßdrucks als Stellparameter auf einen Sollwert eingestellt wird. Als Sollwert kann dabei innerhalb des Schließintervalls ein zeitabhängig kontinuierlich abnehmender Wert vorgegeben werden, so daß eine allmähliche Überführung in den geschlossenen Zustand der Überbrückungskupplung gewährleistet ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben einer Überbrückungskupplung der oben genannten Art anzugeben, bei dem beim Schließen der Überbrückungskupplung

zudem auch ein besonders hohes Maß an Fahrkomfort gewährleistet ist. Zudem soll eine für die Durchführung des Verfahrens besonders geeignete Regelungseinrichtung angegeben werden.

Bezüglich des Verfahrens wird diese Aufgabe erfindungsgemäß gelöst, indem der Sollwert innerhalb eines Schließintervalls kontinuierlich zeitabhängig und unter Berücksichtigung des aktuell jeweils am Drehmomentwandler anliegenden Eingangsmoments vorgegeben wird.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, daß einerseits zur Gewährleistung eines zuverlässigen und präzisen Schließvorgangs der Sollwert für den Kupplungsschlupf weiterhin zeitabhängig vorgegeben werden sollte. Um aber insbesondere auch bei zeitlich vergleichsweise lang ausgedehnten Schließintervallen einen hohen Fahrkomfort sicherzustellen, sollte andererseits auch eine abrupte Änderung des Fahrverhaltens infolge von sich schnell ändernden Betriebsparametern beherrscht werden.

Bei einem zeitlich ausgedehnten Schließintervall kann es insbesondere zu kurzzeitigen Veränderungen des am Drehmomentwandler anliegenden Eingangsmoments kommen. Dabei würde ein schlagartig absinkendes Eingangsmoment beispielsweise zur Folge haben, daß das durch den Drehmomentwandler überhaupt erreichbare Schlupfniveau in einer kurzen Zeitspanne stark absinkt. Dadurch könnte das tatsächliche Schlupfniveau geringer sein als der eigentlich für den kontinuierlichen, zeitlichen Übergang vorgesehene Sollwert für den Schlupf. Als Reaktion darauf würde die Schlupfregelung die Überbrückungskupplung vollständig öffnen. Um die daraus resultierenden unerwünschten Ungleichmäßigkeiten im Fahrzeugverhalten zu vermeiden, ist vorgesehen, das aktuell jeweils am Drehmomentwandler anliegende Eingangsmoment bei der Bestimmung des Sollwerts für die Schlupfregelung der Überbrückungskupplung zu berücksichtigen.

Ein gleichmäßiger Übergang vom geöffneten in den geschlossenen Zustand der Überbrückungskupplung ist dabei erreichbar, indem vorteilhafterweise für die zeitliche Abhängigkeit des Sollwerts ein vorgegebener zeitlicher Verlauf berücksichtigt wird, der den zu Beginn des Schließintervalls vorliegenden Schlupf als Ausgangswert innerhalb des Schließintervalls in einen Zielwert überführt. In besonders vorteilhafter Ausgestaltung ist dabei als zeitlicher Verlauf ein linearer Übergang vom Ausgangswert in den Zielwert vorgesehen.

Der zeitliche Verlauf zur Überführung des Ausgangswerts in den Zielwert kann dabei für eine große Vielzahl möglicher Ausgangswerte vorgegeben sein, wobei der tatsächlich einzuhaltende zeitliche Verlauf in Abhängigkeit vom zu Beginn des Schließintervalls vorliegenden tatsächlichen Wert des Schlupfs als Ausgangswert ausgewählt wird. Für eine besonders wirkungsvolle Nachführung des Sollwerts wird dabei vorteilhafterweise das am Drehmomentwandler anliegende Eingangsmoment innerhalb des Schließintervalls überwacht, wobei bei einer Veränderung des Eingangsmoments um mehr als eine vorgebbare Toleranzabweichung derjenige Schlupf des Drehmomentwandlers ermittelt und als neuer Ausgangswert zugrundegelegt wird, der sich bei diesem Eingangsmoment bei vollständig geöffneter Überbrückungskupplung einstellen würde. Dabei wird zweckmäßigerweise als Sollwert für den Schlupf derjenige Wert vorgegeben, der sich aus demjenigen vorgegebenen zeitlichen Verlauf für den aktuellen Zeitpunkt innerhalb des Schließintervalls ergibt, der den anhand des aktuell anliegenden Eingangsmoments ermittelten Ausgangswert in den Zielwert überführt. Mit anderen Worten: zweckmäßigerweise wird für das aktuell anliegende Eingangsmoment ermittelt, welcher Schlupf des Drehmomentwandlers sich für dieses Eingangsmoment bei vollständig geöffneter Überbrückungskupplung einstellen würde. Dieser aus dem Eingangsmoment abgeleitete Schlupfwert wird als Ausgangswert herangezogen. Anschließend wird der für die Überführung in dieses Ausgangswerts in den Zielwert vorgegebene zeitliche Verlauf für den Sollwert berücksichtigt.

Die Ermittlung des als neuen Ausgangswert zugrunde zulegenden Schlupfes aus dem anliegenden Eingangsmoment erfolgt dabei vorteilhafterweise anhand eines hinterlegten Kennlinienfeldes oder durch Berechnung aus dem anliegenden Eingangsmoment unter Berücksichtigung der Leistungszahl des Drehmomentwandlers. Das Kennlinienfeld kann dabei beispielsweise mittels einer Anzahl von Eichmessungen erstellt worden sein.

Für die alternativ vorgesehene Berechnung des Ausgangswerts für den Schlupf aus dem anliegenden Eingangsmoment kann hingegen die Beziehung

$$M_{\text{Pumpe}} = K * \lambda * 10^3 * (n_{\text{Pumpe}} : 1000)^2$$

zugrundegelegt werden, wobei  $M_{\text{Pumpe}}$  das Eingangsmoment,  $K$  ein Umrechnungsfaktor,  $\lambda$  die Leistungszahl und  $n_{\text{Pumpe}}$  die Pumpendrehzahl sind. Ausgehend von dieser Gleichung ist bei bekannter Pumpendrehzahl  $n_{\text{Pumpe}}$  aus dem Eingangsmoment  $M_{\text{Pumpe}}$  die Leistungszahl  $\lambda$  ermittelbar. Diese hängt ihrerseits in der Art einer Charakteristik des Drehmomentwandlers in eindeutiger Weise vom Verhältnis der Drehzahlen der Ausgangswelle oder der Turbine und der Eingangswelle oder der Pumpe des Drehmomentwandlers ab. Bei bekanntem Zusammenhang zwischen Leistungszahl  $\lambda$  und Drehzahlverhältnis des Drehmomentwandlers ist somit aus der Leistungszahl  $\lambda$  das Drehzahlverhältnis des Drehmomentwandlers bestimmbar. Aus diesem wiederum ist der Schlupf des Drehmomentwandlers ermittelbar, der als Ausgangswert heranzuziehen ist.

Zur Einstellung des Schlupfes auf den solchermaßen gewonnenen Sollwert wird zweckmäßigerweise ein Stellparameter zur Einstellung eines Anpressdrucks für den Drehmomentwandler bereitgestellt.

Für einen besonders hohen Fahrkomfort beim Schließen der Überbrückungskupplung ist zudem die Erkennung eines besonders geeigneten Startzeitpunkts für die Schlupfregelung der Überbrückungskupplung günstig. Als ein besonders geeigneter Startzeitpunkt, von dem an die Überbrückungskupplung geregelt betrieben sollte, ist vorteilhafterweise derjenige Zeitpunkt

vorgesehen, von dem an die Überbrückungskupplung ein Moment übertragen kann. Dieser Zeitpunkt tritt ein, nachdem das zweite einstellbare Kupplungselement der Überbrückungskupplung in mechanischen Kontakt mit dem ersten Kupplungselement gebracht wurde, also beispielsweise dann, wenn der Stellkolben der Überbrückungskupplung mit der Pumpeneinheit in Kontakt kommt. Zur Erkennung dieses Zeitpunkts und zur Feststellung eines beginnenden Kraftschlusses in der Überbrückungskupplung wird zweckmäßigerweise das zeitliche Verhalten des Schlupfs auf einen Abfall hin überwacht. Nach Feststellung eines derartigen Abfalls wird vorteilhafterweise die Schlupfregelung der Überbrückungskupplung aktiviert, wobei ein Anpreßdruck für den Drehmomentwandler in Abhängigkeit von einem zu übertragenden Kupplungsmoment und von dem Sollwert für den Schlupf der Überbrückungskupplung eingestellt wird.

Bezüglich der Regelungseinrichtung für eine Überbrückungskupplung wird die genannte Aufgabe gelöst, indem ein Sensor zur Erfassung des am Drehmomentwandler anliegenden Eingangsmoments mit einer Steuereinheit verbunden ist, die einen Sollwert für den Schlupf des Drehmomentwandlers zeitabhängig und unter Berücksichtigung des aktuell jeweils am Drehmomentwandler anliegenden Eingangsmoments vorgibt.

Die Steuereinheit ist dabei vorzugsweise ausgangsseitig mit Mitteln zum Einstellen eines Anpreßdrucks für den Drehmomentwandler verbunden. In weiterer zweckmäßiger Gestaltung ist die Steuereinheit mit einem Datenspeicher verbunden, in dem ein zeitlicher Verlauf für den Sollwert des Schlupfs hinterlegt ist, gemäß dem eine Überführung eines zu Beginn eines Schließintervalls vorliegenden Schlupfs als Ausgangswert innerhalb des Schließintervalls in einen Zielwert erfolgen soll.

Im Datenspeicher ist dabei in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ein Datensatz hinterlegt, aus dem für jedes Eingangsmoment ein Schlupfwert ableitbar ist, der als Ausgangswert für die zeitabhängige Ermittlung des Sollwerts für den Schlupf zugrunde zu legen ist. In alternativer

vorteilhafter Ausgestaltung ist im Datenspeicher ein Kennfeld hinterlegt, das innerhalb vorgegebener Intervallgrenzen jeder Leistungszahl des Drehmomentwandlers einen zugehörigen Schlupfwert zuordnet. Bei dieser Ausgestaltung ist somit ein geeigneter Ausgangswert für den Schlupf in Abhängigkeit vom Eingangsmoment des Drehmomentwandlers ermittelbar.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß durch die Berücksichtigung des aktuell am Drehmomentwandler anliegenden Eingangsmoments bei der Vorgabe eines aktuellen Sollwerts für den Schlupf der Überbrückungskupplung eine zeitnahe Anpassung des Reglerverhaltens an sich ändernde Betriebsparameter ermöglicht ist. Insbesondere kann dabei der Sollwert in einer Weise aktualisiert gehalten werden, die ein besonders komfortables Fahrverhalten ohne deutlich spürbare abrupte Änderungen im Übertragungsverhalten des Drehmomentwandlers ermöglicht. Durch die Erfassung eines besonders geeigneten Startzeitpunkts für die Schlupfregelung der Überbrückungskupplung ist zudem bereits bei Beginn des Schließvorgangs ein besonders gleichmäßiges Übertragungsverhalten erreichbar.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

Figur 1 einen hydrodynamischen Wandler im Längsschnitt mit zugeordneter Regelungseinrichtung,

Figur 2 ein Zeitdiagramm für den zeitlichen Verlauf eines Sollwerts,

Figur 3 eine Kennlinie für die Abhängigkeit der Leistungszahl des Wandlers von dessen Drehzahlverhältnis, und

Figur 4 ein gemeinsames Zeitdiagramm für den zeitlichen Verlauf eines Sollwerts und für den zeitlichen Verlauf eines Stellparameters.

Der hydrodynamische Wandler 1 gemäß Figur 1 ist für den Einsatz als Drehmomentwandler im Antriebsstrang eines nicht näher dargestellten Kraftfahrzeugs vorgesehen. Der Wandler 1



ist eingangsseitig über eine Eingangswelle 2 mit einem Verbrennungsmotor oder Fahrzeugmotor verbunden und durch diesen antreibbar. Ausgangsseitig ist der Wandler 1 über eine Ausgangswelle 4 mit einem Fahrzeuggetriebe, nämlich im Ausführungsbeispiel mit einem automatischen Stufengetriebe, verbunden. Das Fahrzeuggetriebe ist wiederum über eine weitere Ausgangswelle oder Abtriebswelle mit einer Anzahl von Antriebsrädern des Kraftfahrzeugs verbunden. Die Ausgangswelle 4 des Wandlers 1 dient dabei im Ausführungsbeispiel ihrerseits als Eingangswelle für das nachgeschaltete Fahrzeuggetriebe. Alternativ kann als Fahrzeuggetriebe auch ein stufenloses Umschlingungsgetriebe oder ein anderes geeignetes Fahrzeuggetriebe vorgesehen sein.

Zur Übertragung eines der Eingangswelle 2 zugeführten Drehmoments auf die Ausgangswelle 4 umfaßt der Wandler 1 eine zusammenwirkende Kombination aus einer mit der Eingangswelle 2 über ein Gehäuseteil 6 verbundenen Pumpeneinheit 8 und aus einer mit der Ausgangswelle 4 verbundenen Turbineneinheit 10. Die Pumpeneinheit 8 und die Turbineneinheit 10 umfassen dabei jeweils in nicht näher dargestellter Weise eine Anzahl von auf einem Schaufelrad angeordneten Turbinenschaufeln. Die Kombination aus Pumpeneinheit 8 und Turbineneinheit 10 ist ergänzt durch ein Leitrad 12, das über eine Freilaufanordnung 14 mit einem Getriebegehäuse 16 verbunden ist. Zum Abschluß nach außen hin ist die Kombination aus Pumpeneinheit 8 und Turbineneinheit 10 von einem Gehäusemantel 18 umgeben, der gemeinsam mit dem Gehäuseteil 6 und dem entsprechenden Teil des Getriebegehäuses 16 ein vollständiges Außengehäuse für den Wandler 1 bildet.

Im Betrieb ist der Innenbereich des den Wandler 1 umgebenden Gehäuses gefüllt mit einer Betriebsflüssigkeit, beispielsweise mit einem Hydrauliköl. Bei Beaufschlagung der Eingangswelle 2 mit einem Drehmoment oder Eingangsmoment  $E$  wird diese in Rotation mit einer Drehzahl  $n_e$  versetzt. Die demzufolge ebenfalls mit der Drehzahl  $n_e$  rotierende Pumpeneinheit 8 bewirkt einen Druckaufbau in der Betriebsflüssigkeit, über den, unterstützt durch das Leitrad 12, eine Kopplung an die

Turbineneinheit 10 erfolgt. Diese wird somit ebenfalls in Rotation versetzt, wobei sich abhängig vom Eingangsmoment  $E$ , der Drehzahl  $n_e$  der Eingangswelle 2, der Belastung der Ausgangswelle 4 und der Charakteristik des Wandlers 1 die Drehzahl  $n_a$  der Ausgangswelle 4 einstellt. Im allgemeinen Betriebsfall ist die Drehzahl  $n_a$  der Ausgangswelle 4 verschieden von der Drehzahl  $n_e$  der Eingangswelle 2; bei Übertragung des Eingangsmoments  $E$  über den Wandler 1 als solchen liegt somit ein - durch die Differenz aus den Drehzahlen  $n_a$  und  $n_e$  definierter - von Null verschiedener Schlupf  $s$  vor.

In einem Dauerbetriebszustand, in dem keine nennenswerten abrupten Laständerungen auftreten und in dem die besonders flexible Übertragungscharakteristik des Wandlers 1 von nur geringer Bedeutung ist, kann ein Betrieb mit dauerhaftem Schlupf  $s$  jedoch in nachteiliger Weise zu unerwünschten Wandlerverlusten führen, ohne daß dies durch entsprechende Vorteile aufgewogen würde. Um diese Wandlerverluste gering zu halten, ist der Wandler 1 mit einer auch als Wandlerüberbrückungskupplung bezeichneten Überbrückungskupplung 20 versehen. Diese stellt im Bedarfsfall eine kraftschlüssige Verbindung zwischen der Eingangswelle 2 und der Ausgangswelle 4 her, so daß in diesem Betriebszustand die Drehzahlen  $n_e$ ,  $n_a$  gleich sind und die Momentenübertragung unter Umgehung des Wandlers 1 als solchen direkt über die Verkopplung von Eingangswelle 2 und Ausgangswelle 4 erfolgt. Dazu umfaßt die Überbrückungskupplung 20 als Kupplungselement einen mit der Ausgangswelle 4 verbundenen Stellkolben 22, der mit dem Gehäuseteil 6 in reib- oder kraftschlüssigen Kontakt bringbar ist.

Für ein besonders komfortables Fahrverhalten des Kraftfahrzeugs und zur Vermeidung unerwünschter Lastwechsel oder Drehmomentstöße ist die Überbrückungskupplung 20 derart ausgelegt, daß eine Überführung vom geöffneten Zustand (in dem das anliegende Eingangsmoment  $E$  vollständig über den Wandler 1 als solchen weitergeleitet wird) in den geschlossenen Zustand (in dem das anliegende Eingangsmoment  $E$  unter Umgehung des

Wandler 1 vollständig über die Überbrückungskupplung 20 weitergeleitet wird) zeitlich über ein Schließintervall ausgedehnt erfolgt. Dazu ist dem hydrodynamischen Wandler 1 und insbesondere der als schlupfgeregelte Kupplung ausgelegten Überbrückungskupplung 20 eine Regelungseinrichtung 24 zugeordnet, die insbesondere während eines Schließintervalls den durch die Differenz der Drehzahl  $n_e$  der Eingangswelle 2 und der Drehzahl  $n_a$  der Ausgangswelle 4 definierten Schlupf  $s$  in Abhängigkeit von gemessenen Betriebsparametern auf einen Sollwert  $sw$  einstellt. Die Regelungseinrichtung 24 umfaßt eine Steuereinheit 26, die eingangsseitig mit einem Sensor 28 zur Erfassung der Drehzahl  $n_e$  der Eingangswelle 2 und mit einem Sensor 30 zur Erfassung der Drehzahl  $n_a$  der Ausgangswelle 4 verbunden ist. Des weiteren ist die Steuereinheit eingangsseitig mit einem Sensor 32 zur Erfassung des an der Eingangswelle 2 anliegenden Eingangsmoments  $E$  verbunden. Alternativ kann der Sensor 32 dabei auch in ein anderes Steuergerät, beispielsweise eine Motorsteuerung, integriert sein. Mit anderen Worten: die Bereitstellung eines das Eingangsmoment  $E$  charakterisierenden Kennwerts kann - wie im Ausführungsbeispiel vorgesehen - durch einen eigens dafür bereitgestellten Sensor 32 oder auch durch ein anderes Steuergerät, wie beispielsweise eine Motorsteuerung, erfolgen.

Ausgangsseitig ist die Steuereinheit 26 mit einem Stellglied 34 verbunden, das auf den Stellkolben 22 der Überbrückungskupplung 20 einwirkt und für diesen in Abhängigkeit von einem von der Steuereinheit 26 vorgegebenen Stellwert einen Anpreßdruck einstellt. Weiterhin ist die Steuereinheit 26 zu Zwecken des Datenaustauschs mit einem Datenspeicher 36 verbunden.

Zur Schlupfregelung gibt die Steuereinheit 26 den Stellwert für den Anpreßdruck in Abhängigkeit von dem aus den zugeführten Meßwerten für die Drehzahlen  $n_e$ ,  $n_a$  ermittelten Istwert für den Schlupf  $s$  des Wandler 1 oder der Überbrückungskupplung 20 und von einem vorgegebenen oder ermittelten Sollwert  $sw$  vor. Für einen kontinuierlichen Schließvorgang der Überbrückungskupplung 20 gibt die

Steuereinheit 26 den Stellwert für das Stellglied 34 dabei derart vor, daß innerhalb eines Toleranzbereichs ein zeitabhängiger Sollwert  $sw$  für den Kupplungsschlupf eingehalten wird. Für die zeitliche Abhängigkeit des Sollwerts  $sw$  wird ein vorgegebener, im Datenspeicher 36 als Datensatz hinterlegter zeitlicher Verlauf berücksichtigt, der den zu Beginn des Schließintervalls vorliegenden Schlupf  $s$  als Ausgangswert innerhalb des Schließintervalls in einen Zielwert überführt. Der Zielwert für den Schlupf  $s$  der Überbrückungskupplung 20 ist dabei abhängig vom gewünschten Dauerbetriebszustand wählbar. Falls die Überbrückungskupplung 20 im Dauerbetriebszustand fest geschlossen und die Drehzahl  $na$  der Ausgangswelle 4 gleich der Drehzahl  $ne$  der Eingangswelle 2 sein soll, so ist als Zielwert für den Schlupf  $s$  der Wert 0 vorzugeben. Falls aber auch im Dauerbetriebszustand die Überbrückungskupplung 20 als schlupfgeregelte Kupplung im Dauerschlupfbetrieb betrieben werden soll, ist auch ein von 0 verschiedener Zielwert für den Schlupf  $s$  möglich.

Der als Ausgangswert für die Schlupfregelung während des Schließintervalls zu berücksichtigende Schlupfwert, der zu Beginn des Schließintervalls vorliegt, ist durch die Charakteristik des Wandlers 1 vorgegeben und abhängig vom zu diesem Zeitpunkt an der Eingangswelle 2 anliegenden Eingangsmoment  $E$ . Allgemein gilt, daß ein größeres Eingangsmoment  $E$  zu diesem Zeitpunkt auch zu einem größeren Ausgangswert für den Schlupf  $s$  führt. Dementsprechend ist im Datenspeicher 36 eine Vorschrift hinterlegt, anhand der für jeden Wert des Eingangsmoments  $E$  zu Beginn des Schließintervalls ein geeigneter zeitlicher Verlauf für den Sollwert  $sw$  des Schlupfs  $s$  während des Schließintervalls ermittelbar ist. Im Ausführungsbeispiel ist dabei eine lineare Zeitabhängigkeit des Sollwerts  $sw$  vorgesehen, wie sie im Zeitdiagramm gemäß Figur 2 für drei verschiedene Werte des Eingangsmoments  $E$  zum Beginn des Schließintervalls dargestellt ist.

Bei einem zeitlich vergleichsweise lang ausgedehnten Schließintervall ist denkbar, daß sich das an der Eingangswelle 2 anliegende Eingangsmoment E noch während des Schließintervalls ändert. Dies könnte beispielsweise bei einer signifikanten Absenkung des Eingangsmoments E dazu führen, daß der sich am Wandler 1 infolge dieses Eingangsmoments E nunmehr auch bei vollständig geöffneter Überbrückungskupplung 20 einstellende Schlupf  $s$  kleiner ist, als der gemäß des aktuell vorgegebenen zeitlichen Verlaufs zu diesem Zeitpunkt einzustellende Sollwert  $sw$ . Um diesen Sollwert  $sw$  bestmöglich anzunähern, müßte die Überbrückungskupplung 20 somit während des bereits eingeleiteten Schließintervalls erneut vollständig öffnen. Dies würde zu abrupten Änderungen der Betriebsparameter und somit zu Komforteinbußen führen.

Um dies zu vermeiden, ist die Steuereinheit 26 derart ausgelegt, daß beim Schließen der Überbrückungskupplung 20 während des Schließintervalls der Sollwert  $sw$  einerseits zeitabhängig unter Berücksichtigung des in der Art einer Kennlinie gemäß Figur 2 vorgegebenen zeitlichen Verlaufs und andererseits unter Berücksichtigung des aktuell jeweils an der Eingangswelle 2 des Wandlers 1 anliegenden Eingangsmoments E vorgegeben wird. Dazu wird das am Wandler 1 anliegende Eingangsmoment E innerhalb des Schließintervalls mittels des Sensors 32 überwacht. Bei einer Veränderung des Eingangsmoments E um mehr als eine vorgebbare Toleranzabweichung wird derjenige Schlupf  $s$  des Wandlers 1 ermittelt und als neuer Ausgangswert für den zeitlichen Verlauf des Sollwerts  $sw$  zugrunde gelegt, der sich bei dem nunmehr anliegenden Eingangsmoment E bei vollständig geöffneter Überbrückungskupplung 20 einstellen würde.

Dazu ist die Steuereinheit 26 derart ausgelegt, daß in Abhängigkeit vom jeweils aktuell ermittelten Eingangsmoment E überprüft wird, ob der aktuell für den Sollwert  $sw$  ermittelte zeitliche Verlauf noch angemessen ist. Falls dies in Folge einer Veränderung des Eingangsmoments E nicht mehr der Fall ist, wird die bislang verfolgte Kennlinie des zeitlichen Verlaufs für den Sollwert  $sw$  ersetzt durch diejenige

Kennlinie, die dem nunmehr anliegenden Eingangsmoment  $E$  entsprechen würde. In dem Fall, daß für den Sollwert  $sw$  beispielsweise zunächst die mittlere Kennlinie gemäß Figur 2 eingehalten wurde, könnte dies bedeuten, daß bei einer signifikanten Zunahme des Eingangsmoments  $E$  die Steuereinheit 26 umschaltet und für den weiteren Verlauf beispielsweise die obere der in Figur 2 dargestellten Kennlinien  $sw$  für den Schlupf  $s$  derjenige Wert vorgegeben, der sich aus demjenigen vorgegebenen zeitlichen Verlauf für den aktuellen Zeitpunkt innerhalb des Schließintervalls ergibt, der den anhand des aktuell anliegenden Eingangsmoments  $E$  ermittelten Ausgangswert in den Zielwert überführt.

Mit anderen Worten: Die Steuereinheit 26 ist derart ausgelegt, daß bei einer Veränderung des Eingangsmoments  $E$  für den weiteren Verlauf des Schließvorgangs der Überbrückungskupplung 20 eine Kennlinie für den Sollwert  $sw$  zugrundegelegt wird, die einen dem nunmehr aktuell anliegenden Eingangsmoment  $E$  entsprechenden Ausgangswert für den Schlupf  $s$  in den Zielwert überführt. Dazu ist die Steuereinheit 26 derart ausgebildet, daß eine zuverlässige Ermittlung eines geeigneten, mit dem aktuell anliegenden Eingangsmoment  $E$  korrespondierenden Ausgangswert für den Schlupf  $s$  gewährleistet ist. Im Ausführungsbeispiel ist dafür im Datenspeicher 36 in der Art eines Kennlinienfeldes ein Datensatz hinterlegt, aus dem für jedes Eingangsmoment  $E$  ein Schlupfwert  $s$  ableitbar ist, der als Ausgangswert für diese zeitabhängige Ermittlung des Sollwertes  $sw$  für den Schlupf  $s$  zugrunde zu legen ist. Das im Datenspeicher 36 hinterlegte Kennlinienfeld kann dabei beispielsweise mittels Eichmessungen erstellt worden sein.

Alternativ kann die Steuereinheit 26 aber auch zur Berechnung eines geeigneten Ausgangswerts für den Sollwert  $sw$  des Schlupfs  $s$  in Abhängigkeit vom gerade anliegenden Eingangsmoment  $E$  ausgelegt sein. Die Berechnung kann dabei unter Berücksichtigung der Leistungszahl  $\lambda$  des Wandlers 1 aus dem anliegenden Eingangsmoment  $E$  erfolgen. Dabei wird der Zusammenhang ausgenutzt, daß das Eingangsmoment des Wandlers 1

mit der Drehzahl  $n_e$  der Eingangswelle 2 nach folgender Beziehung zusammenhängt:

$$n_e = K * \Lambda * 10^3 * (n_{\text{pumpe}}/1000)^2$$

wobei K ein geeigneter Umrechnungsfaktor und  $\Lambda$  die Leistungszahl des Wandlers 1 sind. Somit ist bei bekanntem Eingangsmoment E und bei bekannter Drehzahl  $n_e$  der Eingangswelle 2 die Leistungszahl  $\Lambda$  des Wandlers 1 ermittelbar. Die Leistungszahl  $\Lambda$  wiederum steht in eindeutigem Zusammenhang mit dem Verhältnis aus der Drehzahl  $n_e$  der Eingangswelle 2 und der Drehzahl  $n_a$  der Ausgangswelle 4, wie dies beispielhaft in Figur 3 in der Art einer Kennlinie dargestellt ist.

Auf dieser Grundlage kann die Steuereinheit 26 somit in einem ersten Schritt aus dem gemessenen Eingangsmoment E und der gemessenen Drehzahl  $n_e$  der Eingangswelle 2 die Leistungszahl  $\Lambda$  des Wandlers 1 ermitteln. Unter Auswertung der im Datenspeicher 36 hinterlegten zugehörigen Kennlinie ist aus der Leistungszahl  $\Lambda$  in einem zweiten Schritt das Verhältnis aus der Drehzahl  $n_e$  und der Eingangswelle 2 und der Drehzahl  $n_a$  der Ausgangswelle 4 ermittelbar. Aus diesem Drehzahlverhältnis ist in einem dritten Schritt dann der entsprechende Ausgangswert für den Schlupf s ableitbar.

Zusätzlich ist die Regelungseinrichtung 24 auch für eine besonders zuverlässige Erkennung eines günstigen Anfangszeitpunkts für die Schlupfregelung der Überbrückungskupplung 20 während des Schließintervalls ausgelegt. Ein derartiger besonders günstiger Anfangszeitpunkt ist nämlich dadurch gegeben, daß zu diesem Zeitpunkt der Stellkolben 22 der Überbrückungskupplung 20 gerade am Gehäuseteil 6 zum Anliegen kommt. Mit anderen Worten: zu diesem Zeitpunkt ist das tote Spiel der Überbrückungskupplung 20 gerade überwunden, so daß von diesem Zeitpunkt an die Überbrückungskupplung 20 ein Moment auf die Ausgangswelle 4 übertragen kann.

Zur Ermittlung dieses als besonders günstig angesehenen Zeitpunkts ist die Steuereinheit 26 für eine Überwachung des zeitlichen Verhaltens des Schlupfs  $s$  der Überbrückungskupplung 20 auf einen Abfall hin ausgelegt. Mit beginnender Übertragung eines Moments durch die Überbrückungskupplung 20 sollte nämlich der Schlupf  $s$  der Überbrückungskupplung 20 oder des Wandlers 1 abnehmen. Ein derartiger Abfall ist somit ein besonders geeignetes Mittel zur Feststellung des genannten Anfangszeitpunkts.

Nach Feststellung eines derartigen Abfalls wird von der Steuereinheit 26 die Schlupfregelung der Überbrückungskupplung 20 aktiv aufgenommen. Von diesem Zeitpunkt an wird somit von der Steuereinheit 26 ein Stellwert für den Anpreßdruck für den Wandler 1 in Abhängigkeit von einem zu übertragenden Kupplungsmoment und von dem Sollwert  $sw$  für den Schlupf  $s$  der Überbrückungskupplung 20 vorgegeben. Ein daraus resultierender zeitlicher Verlauf des von der Steuereinheit 26 vorgegebenen Anpreßdrucks  $p$  für den Wandler 1 und des im selben Zeitbereich ermittelten Schlupfs  $s$  des Wandlers 1 oder der Überbrückungskupplung 20 sind in Figur 4 als Zeitdiagramm dargestellt.

Zur Einleitung des Schließvorgangs der Überbrückungskupplung 20 wird von der Steuereinheit 26 zunächst zu einem Zeitpunkt  $T_0$  ein vergleichsweise hoher Anpreßdruck vorgegeben. Dieser bewirkt, daß der Stellkolben 22 der Überbrückungskupplung 20 sich in Richtung auf das Gehäuseteil 6 zubewegt, ohne daß jedoch zunächst ein mechanischer Kontakt eintritt. Erst nach Überwindung eines entsprechenden Totraums tritt der Stellkolben 22 zu einem Zeitpunkt  $T_1$  mit dem Gehäuseteil 6 in mechanischen Kontakt. Vom Zeitpunkt  $T_1$  an reduziert sich somit der Schlupf  $s$  der Überbrückungskupplung 20 oder des Wandlers 1. Sobald zu einem Zeitpunkt  $T_1$  dieser Abfall des Schlupfs  $s$  von der Steuereinheit 26 anhand der ihr von den Sensoren 28, 30 zugeführten Meßsignale festgestellt wird, wird auf beginnenden Kraftschluß oder Reibschluß der Überbrückungskupplung 20 geschlossen. Demzufolge tritt nun die Schlupfregelung der Überbrückungskupplung 20 ein, so daß der



Anpreßdruck nunmehr von seinem vergleichsweise hohen Ausgangswert reduziert und in Abhängigkeit vom zu übertragenden Kupplungsmoment und vom aktuell vorgegebenen Sollwert  $s_w$  für den Schlupf  $s$  der Überbrückungskupplung 20 eingestellt wird.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Überbrückungskupplung (20) für einen hydrodynamischen Drehmomentwandler (1), bei dem beim Schließen der Überbrückungskupplung (20) der Schlupf des Drehmomentwandlers (1) anhand eines Sollwerts (sw) eingestellt wird, wobei der Sollwert (sw) innerhalb eines Schließintervalls kontinuierlich zeitabhängig und unter Berücksichtigung des aktuell jeweils am Drehmomentwandler (1) anliegenden Eingangsmoments (E) vorgegeben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem für die zeitliche Abhängigkeit des Sollwerts (sw) ein vorgegebener zeitlicher Verlauf berücksichtigt wird, der den zu Beginn des Schließintervalls vorliegenden Schlupf als Ausgangswert innerhalb des Schließintervalls in einen Zielwert überführt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem als zeitlicher Verlauf innerhalb des Schließintervalls ein linearer Übergang vom Ausgangswert in den Zielwert vorgesehen ist.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, bei dem das am Drehmomentwandler (1) anliegende Eingangsmoment (E) innerhalb des Schließintervalls überwacht wird, wobei bei einer Veränderung des Eingangsmoments (E) um mehr als eine vorgebbare Toleranzabweichung derjenige Schlupf des Drehmomentwandlers (1) ermittelt und als neuer Ausgangswert zugrundegelegt wird, der sich bei diesem Eingangsmoment (E) bei vollständig geöffneter Überbrückungskupplung (20) einstellen würde.
5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem als Sollwert (sw) für den Schlupf derjenige Wert vorgegeben wird, der sich aus demjenigen vorgegebenen zeitlichen Verlauf für den aktuellen Zeitpunkt innerhalb des Schließintervalls ergibt, der den anhand des aktuell anliegenden Eingangsmoments (E) ermittelten Ausgangswert in den Zielwert überführt.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, bei dem der für das anliegende Eingangsmoment (E) als neuer Ausgangswert

zugrundezulegende Schlupf anhand eines hinterlegten Kennlinienfeldes ermittelt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, bei dem der für das anliegende Eingangsmoment (E) als neuer Ausgangswert zugrundezulegende Schlupf unter Berücksichtigung der Leistungszahl des Drehmomentwandlers (1) aus dem anliegenden Eingangsmoment (E) berechnet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem zur Einstellung des Schlupfes ein Stellparameter zur Einstellung eines Anpreßdrucks für den Drehmomentwandler (1) bereitgestellt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem zur Feststellung eines beginnenden Kraftschlusses in der Überbrückungskupplung (20) das zeitliche Verhalten des Schlupfs auf einen Abfall hin überwacht wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem nach Feststellung eines Abfalls des Schlupfes ein Anpreßdruck für den Drehmomentwandler (1) in Abhängigkeit von einem zu übertragenden Kupplungsmoment und von dem Sollwert (sw) für den Schlupf der Überbrückungskupplung (20) eingestellt wird.

11. Regelungseinrichtung (24) für eine Überbrückungskupplung (20) für einen hydrodynamischen Drehmomentwandler (1), bei der ein Sensor (32) zur Erfassung des am Drehmomentwandler (1) anliegenden Eingangsmoments (E) mit einer Steuereinheit (26) verbunden ist, die einen Sollwert (sw) für den Schlupf des Drehmomentwandlers (1) zeitabhängig und unter Berücksichtigung des aktuell jeweils am Drehmomentwandler (1) anliegenden Eingangsmoments (E) vorgibt.

12. Regelungseinrichtung (24) nach Anspruch 11, deren Steuereinheit (26) ausgangsseitig mit Mitteln zum Einstellen eines Anpreßdrucks für den Drehmomentwandler (1) verbunden ist.

13. Regelungseinrichtung (24) nach Anspruch 11 oder 12, deren Steuereinheit (26) mit einem Datenspeicher (36) verbunden ist,

in dem ein zeitlicher Verlauf für den Sollwert (sw) des Schlupfs hinterlegt ist, gemäß dem eine Überführung eines zu Beginn eines Schließintervalls vorliegenden Schlupfs als Ausgangswert innerhalb des Schließintervalls in einen Zielwert erfolgen soll.

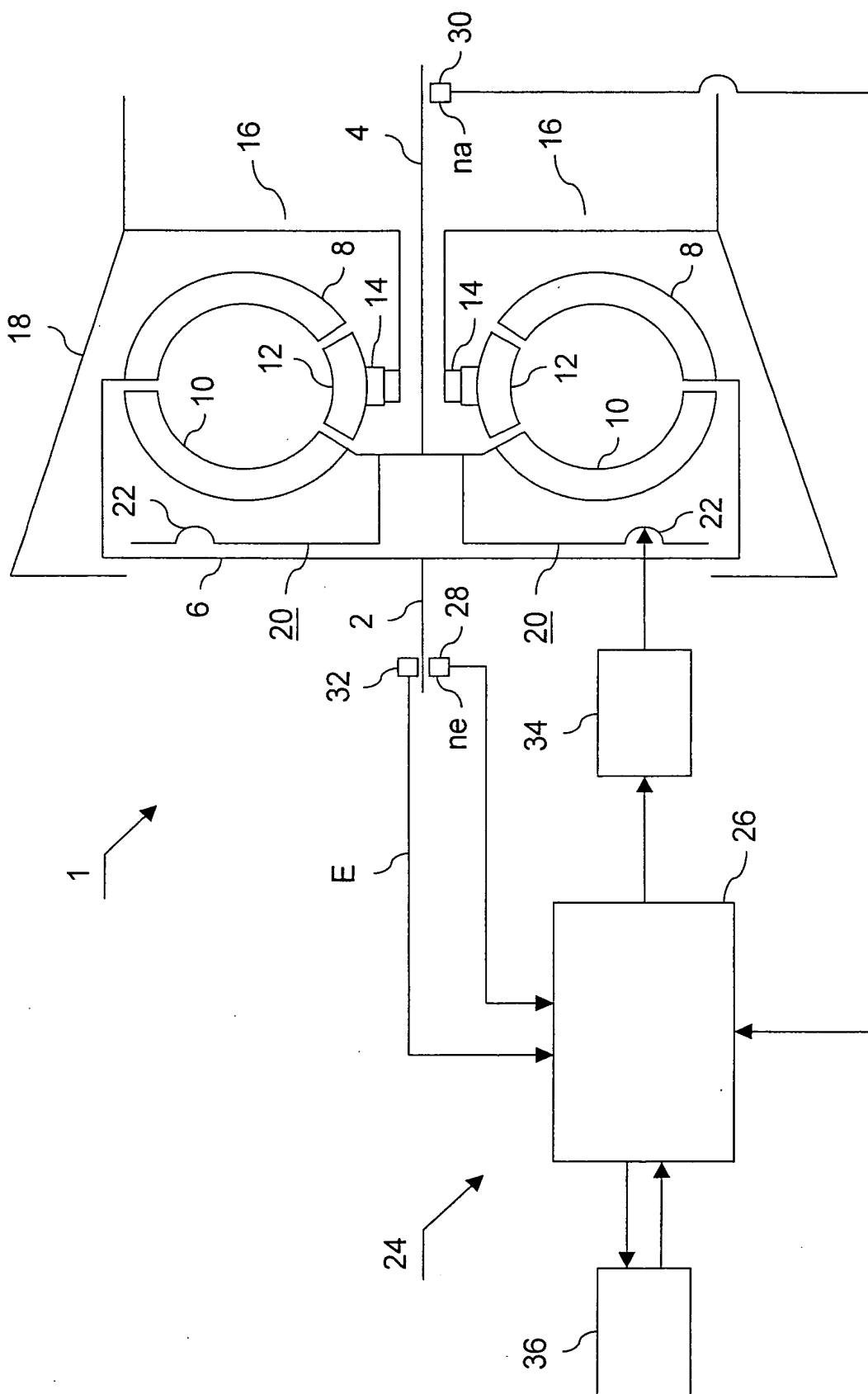
14. Regelungseinrichtung (24) nach Anspruch 13, in deren Datenspeicher (36) ein Datensatz hinterlegt ist, aus dem für jedes Eingangsmoment (E) ein Schlupfwert ableitbar ist, der als Ausgangswert für die zeitabhängige Ermittlung des Sollwerts (sw) für den Schlupf zugrundegelegt ist.

15. Regelungseinrichtung (24) nach Anspruch 13, in deren Datenspeicher (36) ein Kennfeld hinterlegt ist, das innerhalb vorgegebener Intervallgrenzen jeder Leistungszahl des Drehmomentwandlers (1) einen zugehörigen Schlupfwert zuordnet.

## Zusammenfassung

Verfahren zum Betreiben einer Überbrückungskupplung für einen hydrodynamischen Drehmomentwandler und Regelungseinrichtung zur Durchführung des Verfahrens

Ein Verfahren zum Betreiben einer Überbrückungskupplung (20) für einen hydrodynamischen Wandler (1), bei dem beim Schließen der Überbrückungskupplung (20) der Schlupf (s) des Drehmomentwandlers (1) anhand eines Sollwerts (sw) eingestellt wird, soll auch beim Schließen der Überbrückungskupplung (20) für ein besonders hohes Maß an Fahrkomfort ausgelegt sein. Dazu wird erfindungsgemäß der Sollwert (sw) innerhalb eines Schließintervalls kontinuierlich, zeitabhängig und unter Berücksichtigung des aktuell jeweils am Drehmomentwandler (1) anliegenden Eingangsmoments (E) vorgegeben. Eine für die Durchführung des Verfahrens besonders geeignete Regelungseinrichtung (24) umfaßt eine Steuereinheit (26), die einen Sollwert (sw) für den Schlupf (s) des Wandlers (1) zeitabhängig und unter Berücksichtigung des aktuell jeweils am Drehmomentwandlers (1) anliegenden Eingangsmoments (E) vorgibt.



2/4

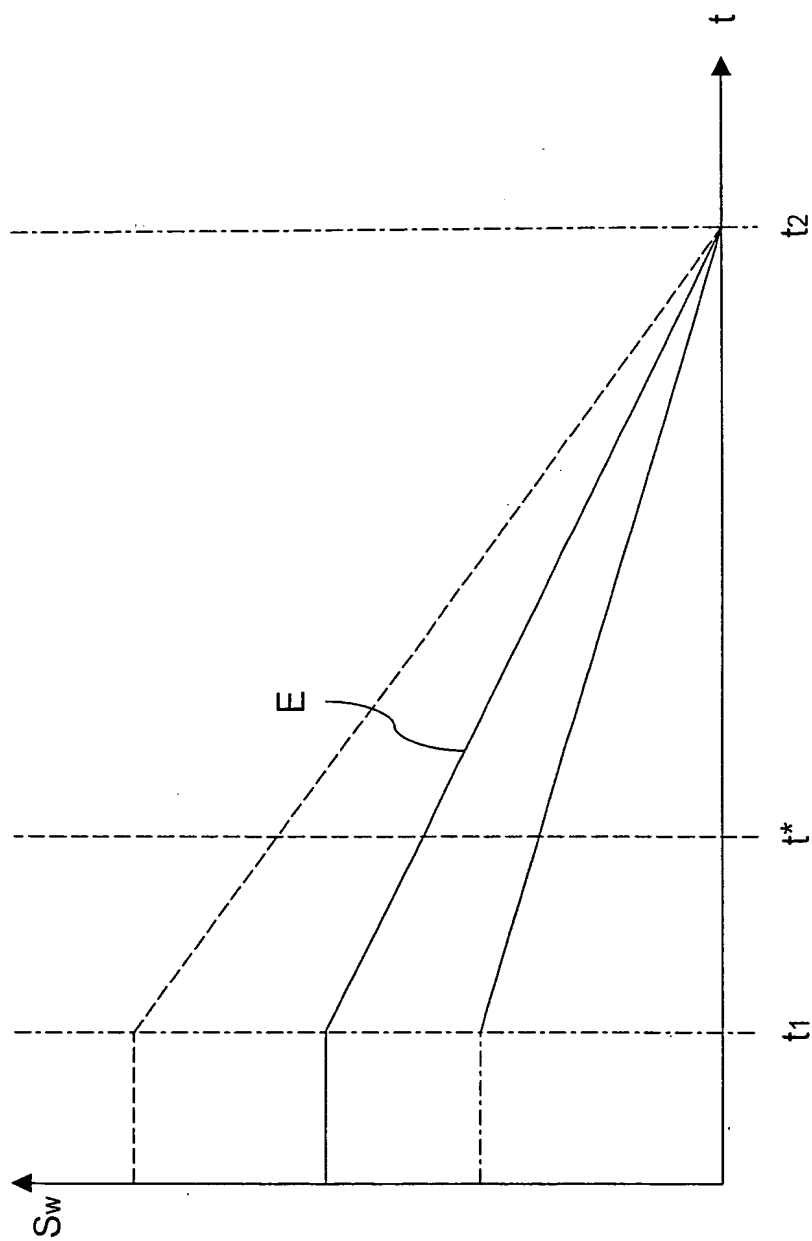
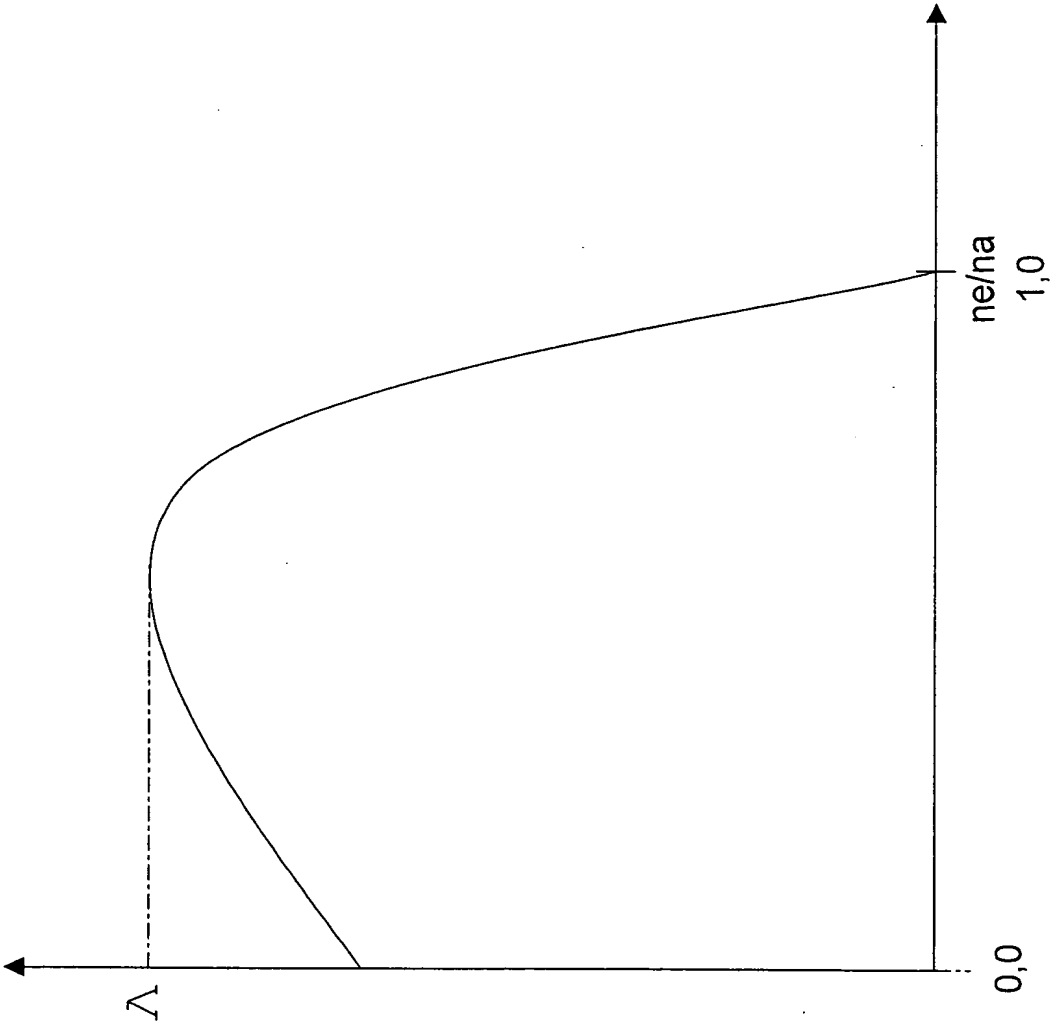


FIG. 2

FIG. 3



3/4



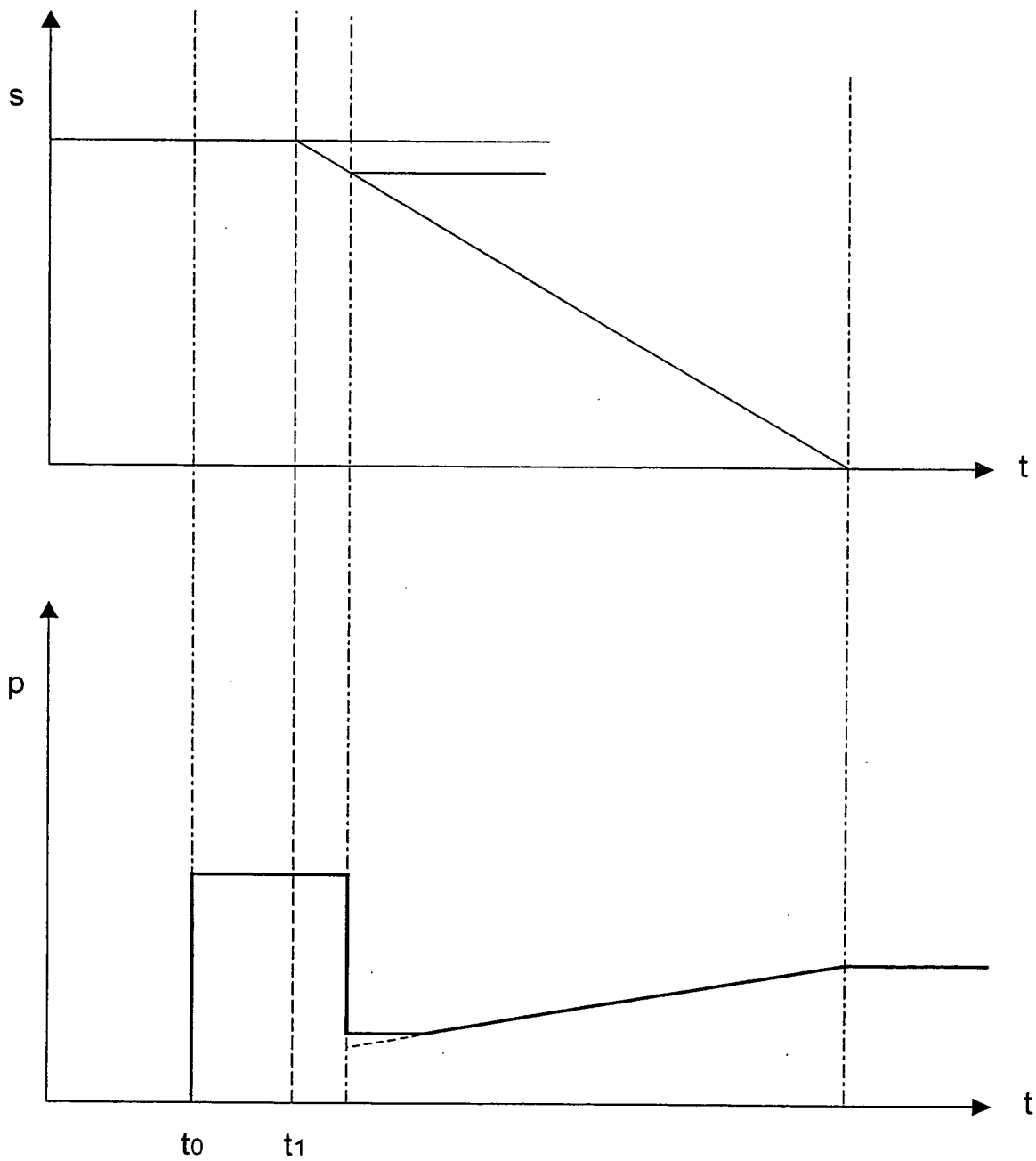


FIG. 4